

УДК 622.7

ДОВОДКА КОНЦЕНТРАТОВ РАДИОМЕТРИИ ФОСФОРИТОВОЙ РУДЫ ОБЛАДЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

Николаева Н. С.,

научный руководитель канд. техн. наук. Брагина В. И.

Сибирский федеральный университет

Фосфатное сырье необходимо для производства минеральных удобрений, химической и металлургической промышленности, получения флотореагентов, моющих средств, в качестве минеральной подкормки скота и птицы и других целей. Однако основной объем апатитовых и фосфоритовых руд используется для получения минеральных удобрений – главного источника повышения эффективности сельского хозяйства, и особенно, в Восточной Сибири, где содержание фосфора в почве практически на нуле.

В 70-90 гг. прошлого столетия в бывшем СССР были развернуты геологоразведочные работы на этот вид сырья, в том числе в Сибири. В Красноярском крае запасы апатитового сырья по категориям С1+С2 составляют 317 млн т и прогнозные ресурсы (Р1+Р2) – 1395 млн т; запасы фосфоритов категорий А+В – 3,28 млн т и С1+ С2 – 3214,2 млн т, прогнозные ресурсы (Р1+Р2) – 818,3 млн т [1]. В Хакасии запасы фосфоритов категорий С1+С2 составляют 10,5 млн т (данные Хакасгеолкома). Цифры выглядят внушительно.

Были выданы лицензии на отработку одного из участков Сейбинского месторождения (Курагинский район края) и на Обладжанское месторождение (Богградский район Хакасии), но недропользователи не выполнили лицензионное соглашение и к добыче сырья не приступали. Таким образом, в настоящее время использование фосфатов, заключенных в недрах, не производится [2].

Все эксплуатируемые месторождения находятся в Европейской части России. При этом основной объем добычи приходится на долю Хибинской апатит-нефелиновой группы (Мурманская область), расположенную на значительных расстояниях от заводов по выпуску минеральных удобрений и традиционно сельскохозяйственных регионов [3]. В Сибири и Дальнем Востоке, где агропромышленные предприятия испытывают постоянную нехватку фосфорных удобрений, эта проблема как никогда актуальна, в связи с чем практический интерес представляет Обладжанское месторождение карбонатных фосфоритовых руд.

Объектом наших исследований являются фосфориты Обладжанского месторождения остаточного-инфильтрационного типа (коры выветривания), образованного на древних в различной степени фосфоритоносных карбонатных и кремнисто-карбонатных формациях. На участке развиты отложения кремнисто-карбонатной формации венда. В верхней ее части мощностью 450 м развиты светло-серые и серые известняки и доломиты. Преимущественно в последних есть линзы фосфорита (7 – 9 % P_2O_5) и рассеянные скопления (0,4 – 2 % P_2O_5) фторапатита. За счет преимущественно рассеянных концентраций фосфора образовались вторичные фосфориты. В водораздельной части месторождения развиты богатые их разности (16,3 – 22,4 % P_2O_5), слагающие воронкообразные формы карста [2].

Из руды Обладжанского месторождения методом радиометрии были получены фосфатные концентраты, но они не удовлетворяют условиям ГОСТа на кондиционный концентрат, поэтому целью данной работы являлась доводка концентратов радиометрии до кондиционных. Концентраты радиометрии Обладжанского месторождения относятся к карбонатно-фосфатному типу руд и поэтому является сложнообогащаемым сырьем.

Изучаемые нами продукты содержали 28% карбонатов, 7% гидрогетита, 65% апатита. Содержание P_2O_5 28%.

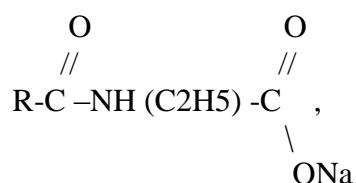
Для повышения качества концентратов радиометрии необходимо ввести доводку, что можно осуществить методом флотации и обжига, но обжиг весьма дорогостоящий

процесс. Поскольку в этом продукте высокое содержание карбонатов, которые трудно отделяются от фосфата, в начале исследования проводились на чистых минералах, выделенных из руды Обладжанского месторождения, а затем на концентрате радиометрии.

Изучение флотационных свойств чистых минералов позволяет установить влияние различных реагентов на отдельные минералы, что является основой для поиска условий селективной флотации промышленных руд.

Использовались новые реагенты, представленные институтом горно-химического сырья (ГИГХС): ААК-40, ААК-37, ИМР-25, которые на данном типе руд ранее не испытывались.

Реагенты представлены натриевой солью 6-аминогексановой кислоты:



где R остаток высших жирных кислот $\text{C}_n \text{H}_{2n+1}$ или $\text{C}_n \text{H}_{2n-1}$.

Это кристаллическое вещество, практически нерастворимое в органических растворителях, но растворимое в воде, при нагревании выше 25°C разлагается. Данные реагенты друг от друга несколько отличаются по составу, так как при их получении использовались разные основы (ТЖК, ДТМ).

Опыты с монофракциями проводились на лабораторной флотационной машине 189ФЛ классическим методом.

Для создания оптимальных условий действия собирателей использовались такие реагенты как кальцинированная сода, жидкое стекло.

Сода кальцинированная — карбонат натрия, безводный углекислый натрий, химическая формула - Na_2CO_3 . Внешний вид – бесцветные кристаллы; растворы имеют сильнощелочную реакцию.

Жидкое стекло (ГОСТ 13079-93) [2] - наиболее широко распространенный подавитель при обогащении солеобразных минералов и оксидов.

Жидкое стекло подавляет силикатную пустую породу при обогащении флюоритовых, карбонатных, баритовых, фосфоритовых и других руд. При этом, важное значение имеет также его диспергирующее действие на шламы[2].

Оно используется как при основной флотации, так и при перечистках черновых концентратов[1,2].

В нашем случае жидкое стекло должно понижать флотирруемость гидрогетита и доломита, извлечение которых в пенный продукт нежелательно.

На основании ранее проведенных испытаний и литературных источников [1-3] постоянным условием всех опытов на монофракциях было выбрано $\text{pH}=9$ (среда создавалась содой), расход жидкого стекла 600 г/т.

Увеличение расхода ААК-37 с 200 г/т до 800 г/т ведет к нежелательному улучшению флотирруемости минералов пустой породы (рис. 1), но и при максимальном расходе ААК-37 обладает наиболее высокой собирательной способностью по отношению к фосфату и значительно меньшей к доломиту и гидрогетиту. При расходе 200 г/т максимальная разница в извлечении фосфата от минералов пустой породы составляет 85%.

Для повышения показателей обогащения минералов методом флотации испытано сочетание реагентов ААК-37 и ИМР-25. Расход ИМР-25 выдерживался постоянным – 500 г/т (рис. 2).

Установлено, что с увеличением расхода собирателя с 50 г/т до 600 г/т, эффективность разделения понижается за счет значительного роста извлечения доломита и гидрогетита. Наибольшая разница во флотуемости фосфата и доломита (63%) наблюдается при расходе 50 г/т. Таким образом, добавка ИМР-25 значительно снизила селективность действия ААК-37 (с 85% до 63%).

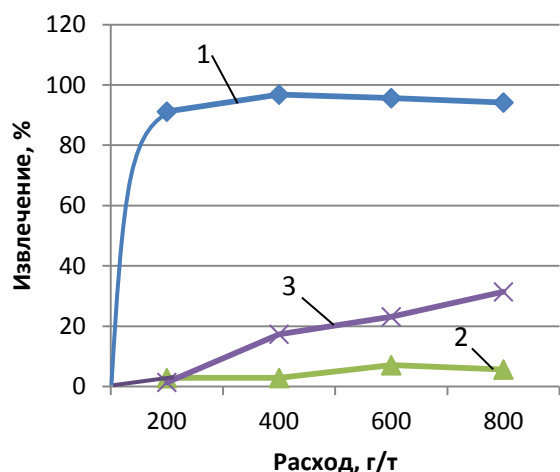


Рисунок 1 - Влияние ААК-37 на флотацию чистых минералов:
1 – фосфат; 2 – доломит; 3 – гидрогетит

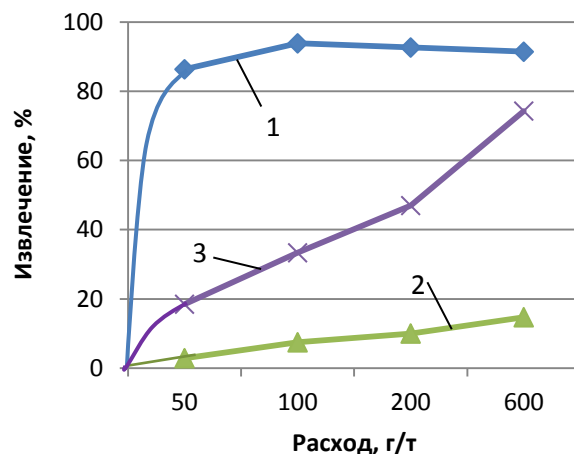


Рисунок 2 - Влияние ААК-37 на флотацию чистых минералов (расход ИМР-25 – 500 г/т):
1 – фосфат; 2 – доломит; 3 – гидрогетит.

Также с целью повышения показателей обогащения минералов методом флотации использовалось сочетание реагентов ААК-40 и ИМР-25 (рис. 3). Расход ИМР-25 принимался постоянным – 500 г/т, жидкого стекла – 600 г/т, и pH=9 (создавался содой).

С увеличением расхода собирателя с 50 г/т до 600 г/т рост извлечения фосфата и доломита незначителен по сравнению с ростом извлечения гидрогетита. Наибольшая селекция в разделении фосфата и минералов пустой породы наблюдается при расходе ААК-40 50 г/т и составляет около 50%. При исследовании сочетания реагента ААК-40 и ИМР-25 получены более низкие результаты в сравнении с результатами ААК-37 и ИМР-25 (см. рис. 2 и 3).

Таким образом, наиболее селективным оказался реагент ААК-37.

Литературные данные [2, 3] и опыт работы действующих фабрик показывает, что флотацию сильно карбонатных руд ведут в кислой среде, создаваемой серной кислотой или фосфорной, переводя в пену карбонаты. Учитывая, что у нас богатый продукт (содержание P_2O_5 28%) целесообразно испытать обратную флотацию, которая осуществляется в кислой среде. Поэтому нами были проведены опыты по влиянию pH пульпы на флотацию наших минералов (рис. 4), которые показали, что в кислой среде (pH=4,5) селективность отделения апатита от минералов пустой породы составляет 58 %.

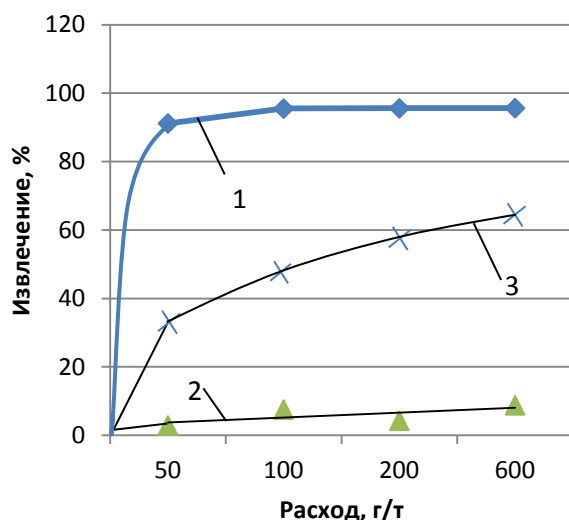


Рисунок 3 - Влияние ААК-40 на флотацию чистых минералов (расход ИМР-25 – 500 г/т):
1 – фосфат; 2 – доломит; 3 – гидрогетит.

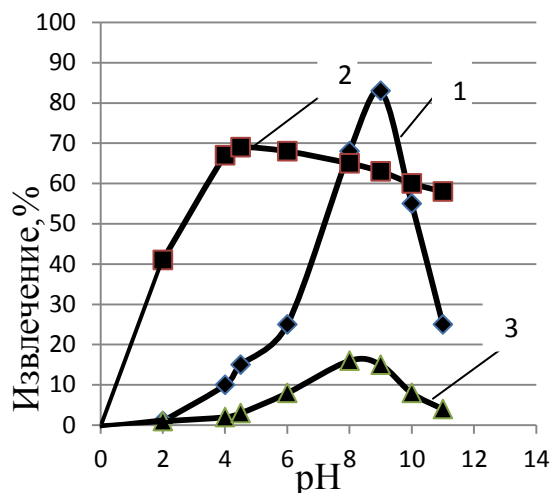


Рисунок 4 – Влияние pH среды (создавался фосфорной кислотой) на флотируемость минералов:
1-фосфат; 2-доломит; 3-гидрогетит

На основании результатов, полученных на чистых минералах, опыты на продуктах радиометрии проводились методом фосфатной флотации на реагенте ААК-37 в щелочной среде и обратной флотации – жидким мылом в кислой среде, создаваемой фосфорной кислотой.

Фосфатная флотация реагентом ААК-37 позволила получить концентрат с содержанием 34% P_2O_5 , карбонатная флотация – концентрат с содержанием 32% P_2O_5 , при извлечении, соответственно, – 74,2 и 89,1%.

Таким образом, по разработанной технологии получен кондиционный фосфатный концентрат.

Библиографический список

1. Минеральные ресурсы Красноярского края. Кадастр месторождений полезных ископаемых / под ред. С. С. Сердюк. - Красноярск: РИЦ КНИИГиМС. - 2002. – 582 с.
2. Цыкин, Р. А. Фосфориты и апатитовое сырье Средней Сибири / Р. А. Цыкин // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. - 2010. - №3. - С. 135-146.
3. Карев, Н. Фосфатное сырье: проектная лихорадка / Н. Карев // Рынок апатитового и нефелинового концентратов в России.- 2010. – 106 с.